



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **89897** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
C08L 63/00
C09D 4/00
B82Y 30/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 06379	(72) Винахідник(и): Букетов Андрій Вікторович (UA), Сапронов Олександр Олександрович (UA), Ярема Ігор Теодорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 23.05.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.05.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.05.2014, Бюл.№ 9	(73) Власник(и): ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ, пр. Ушакова, 20, м. Херсон, 73000 (UA)

(54) СПОСІБ ОТВЕРДІННЯ ЕПОКСИДНОГО НАНОКОМПОЗИТА З ПІДВИЩЕНИМИ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**(57) Реферат:**

Спосіб отвердіння епоксидного наноккомпозита з підвищеними фізико-механічними характеристиками полягає у створенні механічної суміші з епоксидної діанової смоли, наповнювача і отверджувача. Епоксидну діанову смолу попередньо підігрівують до температури $T=353-373$ К і витримують при даній температурі упродовж часу $\tau=15-20$ хв.. Гідродинамічно суміщають епоксидну смолу і нанонаповнювач упродовж часу $\tau=8-10$ хв. при оптимальних концентраціях. Обробляють ультразвуком композицію упродовж часу $\tau=1,0-1,5$ хв.. Проводять етерифікацію композиції при температурі $T=343-353$ К упродовж часу $\tau=15-20$ хв.. Охолоджують суміш упродовж часу $\tau=50-60$ хв. до кімнатної температури. Вводять отверджувач, вакуумують композицію упродовж часу $\tau=40-60$ хв.. Витримують композицію на повітрі упродовж часу $\tau=24$ год., а далі підігрівують до температури $T=393-398$ К і витримують її при даній температурі упродовж часу $\tau=1,8-2,0$ год.. Охолоджують композицію і витримують її на повітрі упродовж часу $\tau=24$ год.

UA 89897 U

Корисна модель належить до області отримання композитних покриттів для збільшення ресурсу роботи деталей машин та механізмів технологічного устаткування в судно-, літако- та машинобудуванні.

Відома корозійностійка композиція та спосіб її отримання (пат. № 97020588, опубл. в "Промислова власність України", 1997, № 5 "Корозійностійка композиція та спосіб її одержання"), що містить стирол, полістирол, перекис бензолу, диметиланілін та етилсилікат при способі формування захисного покриття, що ґрунтується на полімеризації стиролу в масі полістиролу, перекису бензолу і диметиланіліну, яка відбувається наступним чином: вихідну кількість стиролу і полістиролу ділять на дві частини у співвідношенні (45-55):(55-45), потім розчиняють першу і другу частини полістиролу відповідно у першій і другій частинах стиролу в окремих ємкостях, після чого при неперервному перемішуванні у першу частину суміші вводять диметиланілін і етилсилікат, далі отримані композиції зливають в ємкість і перемішують разом.

Недоліком відомого покриття та способу його отримання є трудоємкість формування покриття на деталях складного профілю та низькі фізико-механічні властивості матеріалу у процесі експлуатації.

Найбільш близькою за технічною суттю до результату, який досягається і способу, що заявляється, є спосіб отвердіння епоксидної композиції (пат. № 51962 А, опубл. в "Промислова власність України", 2002, № 12 "Спосіб отвердіння епоксидної композиції"), що полягає у створенні механічної суміші з епоксидної діанової смоли, модифікатора і отверджувача.

Недоліком вказаного способу формування покриттів є низькі показники фізико-механічних властивостей матеріалу.

В основу корисної моделі поставлено задачу поліпшення фізико-механічних властивостей матеріалу шляхом виконання способу отвердіння епоксидного нанокompозиту з підвищеними фізико-механічними характеристиками, що полягає у створенні механічної суміші з епоксидної діанової смоли, наповнювача і отверджувача, причому епоксидну діанову смолу попередньо підігрівають до температури $T=353-373$ К і витримують при даній температурі упродовж часу $\tau=15-20$ хв., гідродинамічно суміщають епоксидну смолу і нанонаповнювач упродовж часу $\tau=8-10$ хв. при оптимальних концентраціях, обробляють ультразвуком композицію упродовж часу $\tau=1,0-1,5$ хв., проводять етерифікацію композиції при температурі $T=343-353$ К упродовж часу $\tau=15-20$ хв., охолоджують суміш упродовж часу $\tau=50-60$ хв. до кімнатної температури, вводять отверджувач, вакуумують композицію упродовж часу $\tau=40-60$ хв., витримують композицію на повітрі упродовж часу $\tau=24$ год., а далі підігрівають до температури $T=393-398$ К і витримують її при даній температурі упродовж часу $\tau=1,8-2,0$ год., охолоджують композицію і витримують її на повітрі упродовж часу $\tau=24$ год.

Композицію формують і наносять на поверхню за такою технологією.

Дозування компонентів, далі епоксидну діанову смолу попередньо підігрівають до температури $T=353-373$ К і витримують при даній температурі упродовж часу $\tau=15-20$ хв. Гідродинамічно суміщають епоксидну смолу і наповнювач упродовж часу $\tau=8-10$ хв. при оптимальних концентраціях, після чого обробляють ультразвуком композицію упродовж часу $\tau=1,0-1,5$ хв. і проводять її етерифікацію при температурі $T=343-353$ К упродовж часу $\tau=15-20$ хв., що дозволяє краще розчинитись наповнювачу у епоксидному олігомері по усьому його об'єму. Охолоджують суміш упродовж часу $\tau=50-60$ хв. до кімнатної температури, вводять отверджувач і вакуумують композицію упродовж часу $\tau=40-60$ хв. З метою поліпшеного перебігу фізико-хімічних процесів взаємодії витримують композицію на повітрі упродовж часу $\tau=24$ год., а далі підігрівають до температури $T=393-398$ К і витримують її при даній температурі упродовж часу $\tau=1,8-2,0$ год. На завершальному етапі охолоджують композицію і витримують її на повітрі упродовж часу $\tau=24$ год.

Як основу для зв'язуючого вибрано низькомолекулярну епоксидно-діанову смолу марки ЕД-20 (ГОСТ 10687-76), яка у скловидному стані характеризується високими фізико-механічними властивостями та адгезійною міцністю до чорних металів і сплавів. Для зшивання епоксидного зв'язувача використовували отверджувач поліетиленполіамін (ПЕПА) (ТУ 6-02-594-73). Отверджувач у зв'язувач вводили при стехіометричному співвідношенні компонентів.

Як наповнювач було використано нанонаповнювач спеченого композита (ННСК), до складу якого входять олігоелементи (мінерали, солі, метали). До олігоелементів належать: вуглець, бікарбонати, залізо, цинк, магній, натрій, марганець.

Формування композита на основі епоксидної діанової смоли ЕД-20 та наповнювача ННСК дозволяє поліпшити фізико-механічні властивості епоксидних композитів.

Гідродинамічне суміщення епоксидної смоли та наповнювача упродовж часу $\tau=8-10$ хв. при оптимальних концентраціях з наступною його обробкою ультразвуком упродовж часу $\tau=1,0-1,5$

хв. забезпечує утворення композиції з рівномірним розподілом добавки у епоксидному олігомері. У подальшому це забезпечує поліпшене зшивання зв'язуючого і, як наслідок, поліпшення його когезійних властивостей.

5 Етерифікація компаунда при температурі $T=343-353$ К упродовж часу $\tau=15-20$ хв. забезпечує краще змочування часток наповнювача у епоксидному олігомері. Це, у свою чергу, поліпшує міжфазну взаємодію і сприяє поліпшенню властивостей матеріалу.

10 Термообробка композиції при температурі $T=393-398$ К упродовж часу $\tau=1,8-2,0$ год. забезпечує утворення фізичних і хімічних зв'язків між макромолекулами зв'язувача і активними центрами на поверхні нанонаповнювача, що зумовлює поліпшення фізико-механічних властивостей композитів. Термообробка композиції при температурі, яка вища оптимальних режимів та з тривалістю, що більша за час $\tau=1,8-2,0$ год., зумовлює зменшення міжфазової взаємодії, що погіршує фізико-механічні властивості композиту. Термообробка композиції при температурно-часових режимах, які нижчі від оптимальних значень, зменшує міжфазову фізичну і хімічну взаємодію, що погіршує фізико-механічні властивості матеріалу.

15 Таким чином, порівняно з відомими технічними рішеннями заявлений об'єкт та спосіб його отвердіння має суттєві відмінності, а отримання позитивного ефекту зумовлено усією сукупністю властивостей компонентів.

20 В таблиці 1 наведено приклади конкретного виконання способу отвердіння епоксидного композиту: технічні рішення, згідно з заявкою, контрольні приклади способу отвердіння прототипу, а також їхні порівняльні властивості при різних режимах отвердіння.

Заявлений спосіб формування епоксидного композиту має техніко-економічні переваги порівняно з прототипом: високі когезійні властивості за рахунок раціонально підібраних температурно-часових режимів зшивання та інтенсивного перебігу релаксаційних процесів при експлуатації захисних покриттів.

25

Таблиця 1

Спосіб отвердіння епоксидного
нанокомпозита з підвищеними фізико-механічними характеристиками

№	Етапи способу отвердіння епоксидної композиції	Режими формування згідно з корисною моделлю			Контрольні приклади										Прототип		
		I	II	III	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	Змішування епоксидної діанової смоли з наповнювачем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
3	Ультразвукова обробка композиції	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
4	Температура термообробки смоли і розчину модифікатора у ацетоні, К	343	348	353	313	323	343	343	348	348	353	353	363	373	-	-	-
5	Тривалість термообробки компанда, хв.	15	18	20	5	10	18	20	18	20	18	15	25	35	-	-	-
6	Змішування епоксидної композиції і отверджувача	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	Температура термообробки композиції, К	393	395	398	383	373	395	395	393	393	398	398	408	418	323	333	343
8	Тривалість термообробки композиції, хв.	1,8	1,9	2,0	1,5	1,7	1,8	2,0	1,9	2,0	1,9	1,8	2,3	2,5	1,8	1,9	2,0
Характеристики епоксидного композита																	
1	Модуль пружності при згинанні, ГПа	3,7	3,6	3,7	3,4	3,5	3,6	3,7	3,5	3,6	3,6	3,7	3,3	3,2	2,4	2,3	2,4
2	Руйнівне напруження при згинанні, МПа	98	100	97	78	93	96	99	98	100	99	100	82	74	3,4	3,8	3,9

Примітка: + етап технологічного процесу отвердіння епоксидного зв'язуючого проводили; - етап технологічного процесу отвердіння епоксидного

Руйнівне напруження і модуль пружності матеріалу при згинанні визначали згідно з ГОСТом 4648-71 і ГОСТом 9550-81 відповідно. Параметри зразків: довжина $l=120\pm 2$ мм, ширина $b=15\pm 0,5$ мм, висота $h=10\pm 0,5$ мм.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб отвердіння епоксидного нанокомпозита з підвищеними фізико-механічними характеристиками, що полягає у створенні механічної суміші з епоксидної діанової смоли, наповнювача і отверджувача, який **відрізняється** тим, що епоксидну діанову смолу попередньо підігрівають до температури $T=353-373$ К і витримують при даній температурі упродовж часу $\tau=15-20$ хв., гідродинамічно суміщають епоксидну смолу і нанонаповнювач упродовж часу $\tau=8-$

- 10 хв. при оптимальних концентраціях, обробляють ультразвуком композицію упродовж часу $\tau=1,0-1,5$ хв., проводять етерифікацію композиції при температурі $T=343-353$ К упродовж часу $\tau=15-20$ хв., охолоджують суміш упродовж часу $\tau=50-60$ хв. до кімнатної температури, вводять отверджувач, вакуумують композицію упродовж часу $\tau=40-60$ хв., витримують композицію на повітрі упродовж часу $\tau=24$ год., а далі підігрівають до температури $T=393-398$ К і витримують її при даній температурі упродовж часу $\tau=1,8-2,0$ год., охолоджують композицію і витримують її на повітрі упродовж часу $\tau=24$ год.
- 5

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601